Beiträge

zur

Kenntnis radioaktiver Bestandteile von natürlichen Wassern.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Kgl. bayer. Friedrich-Alexanders-Universität Erlangen

ACAD.
LIBR.BAT
BIBL.

vorgelegt von

Kurt von Luck,
aus Saarbrücken.

Tag der mündlichen Prüfung: 28. Juli 1910.

Erlangen 1910.
Druck der Univ.-Buchdruckerei von E. Th. Jacob.

143

Meinen lieben Eltern!

Die Wiesbadener Thermalquellen, um deren einen Bestandteil es sich hier handelt, wurden schon früh von den umwohnenden Völkern benützt. Die schriftliche Überlieferung setzt ein mit einer Bemerkung des älteren Plinius. Im 31. Buch seiner Naturgeschichte, Cap. II. Sect. 17 schreibt er: „Sunt et Mattiaci in Germania fontes calidi trans Rhenum, quorum haustus triduo fervet, circa margines vero pumicem faciunt aquae."

Der letzte Teil dieses Satzes beansprucht besonderes Interesse. Pume ist die Bezeichnung für jeden weichen Stein. In der Volkssprache könnte man ihn hier mit „Sinter" übersetzen.

Diese Sinter entstehen durch zweierlei, natürlich verlaufende Prozesse.

Das Thermalwasser, welches ausser anderem, die Bicarbonate von Kalk, Strontium, Eisen- und Manganoxydul gelöst enthält, tritt aus der Tiefe mit der Luft in Berührung. Der Sauerstoff der letzteren wirkt nun oxydierend auf das Wasser ein und Eisen und Mangan fallen in Form von Oxyden aus. Gleichzeitig verliert es Kohlensäure und es werden die Karbonate der Erdalkalien abgeschieden, in der Hauptsache kohlensaurer Kalk, und zwar als Arragonit, wie Herr Prof. Dr. Lenk festgestellt hat.

Die beiden Prozesse, Oxydation und Kohlensäureabspaltung, laufen nebeneinander her, aber nicht mit gleicher Geschwindigkeit. Die Oxydation verläuft, bei

genügender Sauerstoffzufuhr, im allgemeinen rascher als der zweite Prozess. Daher kommt es auch, dass das Ferrohydrocarbonat enthaltende Wasser schon im Quellbassin, wo es mit der Luft in Kontakt tritt, einen flockigen, braunen Niederschlag von Ferrihydroxyd abscheidet.

Noch besser kann man diese „Sinterbildung“ in den Kanälen studieren. In der Nähe der Quelle sind sie gewöhnlich sehr eisenreich; dann sieht man den Sinter in dem Masse an Eisenoxyd abnehmen und an kohlensauren Erdalkalien u. a. zunehmen, als er sich weiter von der Quelle abgelagert hat. 150—200 m von derselben entfernt, bestehen die Abscheidungen aus fast eisenfreien Karbonaten des Calciums und Strontiums.

Dieser Sinter sind schon seit längerer Zeit Gegenstand chemischer Untersuchungen gewesen. Die ersten zuverlässigen, quantitativen Analysen verdanken wir R. Fresenius[1]).

In 100 Teilen, lufttrockenen Sinters waren enthalten:

	abgeschlämmter Sinter a	wirklicher Sinter b	c
Kohlens. Kalk	13,633	90,7664	94,339
Kohlens. Magnesia	Spur	0,4969	0,676
Schwefels. Kalk	„	0,0134	0,186
Schwefels. Baryt und Strontian	0,164	Spur	0,0518
Eisenoxyd	61,103	4,8836	2,2225
Kohlens. Magnesiaoxydul	Spur	Spur	0,2647
Kupferoxyd	„	„	Spur
Thonerde	„	„	„
Arsensäure	1,736	0,121	0,0495
Phosphorsäure	0,075	Spur	Spur
Kieselsäure	10,447	1,1712	0,453
Kiesels. Kalk	3,346	—	—
Oxy. Substanz	Spur	Spur	Spur
lösl. Salze	„	„	„
Wasser, nicht bestimmte Stoffe und Verlust	9,466	2,5775	1,7575
	100,000	100,000	100,000

1) Jahrbücher des Nassauischen Vereins f. Naturkunde 1849.

a) ist der abgeschlämmte leichtere Teil des Sinters aus einem Abzugskanal, der offenbar die Bestandteile enthalten musste, die vorzugsweise durch Einwirkung des Sauerstoffs der Luft auf das Kochbrunnenwasser niederfallen.

b) Sinter, der sich an den Sprudelquellen im Kochbrunnenbassin abgesetzt hatte.

c) Sinter, welcher im trockenen Zustand aus dem nach der „Rose“ führenden Abzugskanal entnommen wurde.

Vergleicht man diese Übersicht mit dem oben Gesagten, so sieht man diese Schlüsse vollkommen bestätigt. Zuerst wird das doppelkohlensaure Eisenoxydul zersetzt und fällt als Oxyd nieder, während die Bikarbonate des Kalks und der Magnesia erst später zersetzt werden.

Es liegt also in der Natur des oben dargelegten Prozesses der Sinterbildung, dass an den verschiedenen Quellen sich nicht Sinter von gleicher Zusammensetzung abscheiden können.

Aber auch bei ein- und derselben Quelle ist dies der Fall. Dies lehrt schon der Augenschein. Wenn man in der Rinne, welche vom Wiesbadener Kochbrunnen nach dem Abfluss unter dem Inhalatorium führt, die Quellwasserabscheidungen betrachtet, so sieht man oben aufliegend Blätter von kohlensauren Erdalkalien, denen nur wenig Eisenoxyd beigemischt ist. Auf dem Boden der Rinne dagegen ist der Sinter viel eisenhaltiger. Dieselbe Erscheinung findet man auch in den Röhren, die mit der Zeit so versintert waren, dass sie fast verstopft, und deshalb unbrauchbar geworden waren.

Auch hier sind die Abscheidungen nicht gleichmässig gefärbt, sondern es hatten sich Lamellen gebildet

die abwechselnd aus Eisenoxyd und kohlensauren Erdalkalien bestehen. Chemische und mechanische Prozesse bewirken es also, dass dieser Sinter selten ganz homogen ist.

Im allgemeinen besteht er aus konklomeratartigen Stücken, deren Bildung ganz von der Zufuhr der Luft und davon abhängt, ob das Wasser leicht Kohlensäure verlieren kann oder nicht.

So sind denn auch die Abscheidungen ein- und derselben Quelle, wie schon oben erwähnt, nie ganz gleich zusammengesetzt.

Für die Badhausbesitzer waren diese Sinter schon seit jeher eine lästige Begleiterscheinung der Thermalquellen, weil sie die Wasserzufuhr verringerten und zuletzt ganz aufhoben.

Im Jahre 1896 entdeckte H. Becquerel die merkwürdige Eigenstrahlung des Urans und seiner Verbindungen. Er übertrug dem Ehepaar Curie die chemische Untersuchung dieser Frage, und indem dieselben speziell die Pechblende daraufhin untersuchten, fanden sie, dass die starke Strahlung von selbststrahlenden Begleitern des Urans herrührt. Die wichtigsten waren das Polonium und das Radium. Bald darauf fanden gleichzeitig C. G. Schmidt in Erlangen und Frau Curie in Paris, dass auch das Element Thorium und seine Verbindungen Strahlen aussenden. In der Folge fand man, dass noch weitere, teils bekannte, teils neuentdeckte Elemente existieren, welche die gleiche Eigenschaft besitzen. Man bezeichnete sie als „radioaktive Stoffe."

Damit war die Wissenschaft von der selbststrahlenden Materie entstanden.

Diese Strahlung hat man in dreierlei Arten ge-

schieden, je nachdem sie sich gegen starke, magnetische Felder verhielten, in α, β und γ Strahlen.

Die γ Strahlen, die nicht im elektro-magnetischen Feld abgelenkt werden, scheinen durch Ätherbewegung zu Stande zu kommen.

Die β Strahlen, welche zum Teil sehr stark abgelenkt werden, sind mit den Kathodenstrahlen (Elektronen) identisch.

Die α Strahlen, die wenig, aber doch deutlich abgelenkt werden, sind Atomkomplexe, denen ein oder mehrere Elektronen entrissen wurden.

Die γ Strahlen durchsetzen auch dickere Metallplatten mit Leichtigkeit, die β Strahlen schon viel schwieriger, und die α Strahlen vermögen ihre Wirksamkeit nicht einmal durch ein Stück Papier hindurch zu äussern.

Untersuchungen von Elster und Geitel ergaben, dass diese Radioaktivität ausserordentlich in der Natur verbreitet ist.

F. Henrich[1]) wies dann zuerst bei den Gasen der Adlerquelle zu Wiesbaden diese Eigenschaft nach. Er dehnte die Untersuchungen auch auf die anderen, wichtigeren Thermalquellen Wiesbadens aus, und fand auch deren Gase sowohl wie Wasser mehr oder minder stark radioaktiv.

Weitere Untersuchungen F. Henrichs[2]) ergaben dann auch, wie zu erwarten war, die Radioaktivität der Quellensinter. Es zeigte sich bei der chemischen Verarbeitung der Sinter nach den üblichen analytischen Methoden, dass einesteils bei dem in Salzsäure unlöslichen Teil Radioaktivität verblieb, andernteils aber die Haupt-

1) Chem. Ztg. 1904 S. 575.

2) Jahrbücher des Nassauischen Vereins für Naturkunde Jahrg. 58.

menge der Aktivität in der Amoniakfällung zu suchen war. Wurde diese weiter zerlegt, so reicherte sich die Aktivität in dem Eisenniederschlag an. Die Messungen der verschiedenen Fraktionen ergaben folgende Resultate:

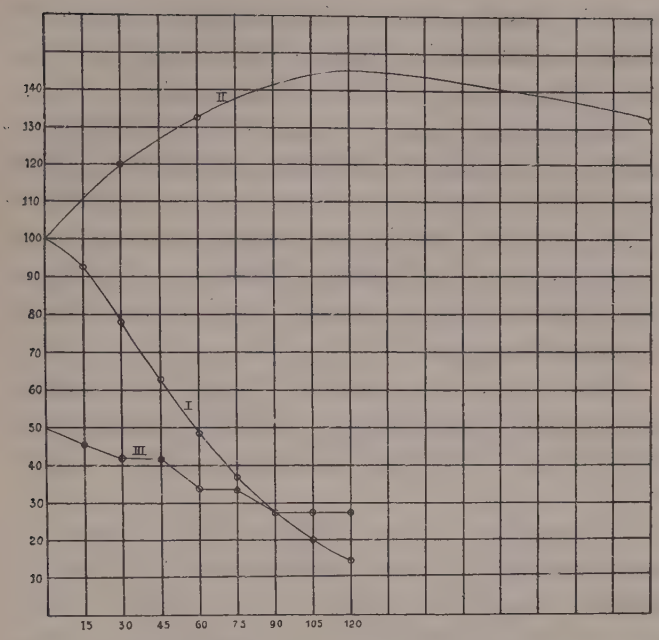
Unveränderter Sinter .	125 gr	zerstreuten	in	60′	25	Volt
Fraktion I in HCl unlöslich	„	„ „	„	30′	60	„
Fraktion II Niederschlag mit NH_3 u. H_2O_2 . .	„	„ „	„	5′	216	„
Fraktion II a) zuerst abgeschied. $FeCl_3$.	„	„ „	„	30′	609	„
Fraktion II b) zweite Abscheidung v. $FeCl_3$.	„	„ „	„	30′	427	„
Fraktion III Chlorzink aus dem Sinter . .	„	„ „	„	60′	nicht merklich	
Frakttion IV $CaCO_3$ + .	„	„ „	„		1	Volt
Fraktion V Magnesia u. Alkalisalze	“	„ „	„	60′	nicht merklich	

Während nun Gas und Wasser der Quellen, nach den Untersuchungen F. Henrichs, Radioemanation und geringe Mengen von Radiumsalz gelöst enthalten, findet sich dies letztere, wie er neuerdings zeigte[1]), nur in äusserst geringer Menge in Sinter. Die radioaktive Substanz des letzteren besteht in der Hauptsache aus Radiothorium.

Dass ein Gemisch dieser beiden Substanzen im Sinter vorhanden ist, das ergaben die Abklingungskurven, von denen eine Anzahl von F. Henrich und seinen Mitarbeitern bestimmt wurden. Mit Erlaubnis von Herrn Prof. Dr. Henrich gebe ich hier eine dieser Kurven wieder.

---

1) Zeitschrift f. anorg. Chemie 1909 S. 134.



Für die einzelnen, radioaktiven Substanzen ist bekanntlich der Abfall ihrer induzierten Aktivität charakteristisch. Beim Radium wird dieser Abfall durch die Kurve I dargestellt, bei der die Ordinaten die Stärke der Aktivität, die Abszissen den Voltabfall innerhalb vier Minuten ausdrücken. Man sieht, wie die induzierte Aktivität des Radiums stark und konstant zurückgeht. Bei Thorium (II) steigt aber die induzierte Aktivität in den ersten Stunden an, um dann langsam abzunehmen.

Mit dem rohen, getrockneten Sinter wurde nun ein stark negativ geladener Bleidraht nach der Methode von Elster und Geitel induziert und dann seine Abklingungskurve bestimmt. Man sieht aus Kurve III, dass sie eine sehr unregelmässige Form hat und das weist

darauf hin, dass im Sinter keine einheitliche, radioaktive Substanz vorhanden ist, sondern ein Gemisch mehrerer solcher Körper, die getrennt werden mussten.

Schon früher hatte F. Henrich und seine Mitarbeiter die Sinter des Näheren untersucht[1]). Diese Untersuchungen waren gewissermassen die vorbereitenden Arbeiten über die uns hier interressierende Frage.

Vorausgreifend sei bemerkt, dass sich, nach den Untersuchungen von G. Bugge, Uran in den Sintern nicht nachweisen liess.

Wie schon oben ausgeführt, setzen die Thermalquellen feste Bestandteile von ganz verschiedener Zusammensetzung ab, die im Volksmund „Sinter" genannt werden.

Es wurde nun meine Aufgabe, eine Anzahl von Sintern einesteils auf ihre Hauptbestandteile durch die quantitative Analyse zu prüfen, und andernteils festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen den einzelnen Bestandteilen und der Grösse der Radioaktivität besteht.

Durch die Liberalität der „Höchster Farbwerke" wurden F. Henrich einige Zentner Sinter, welche man auf dem Terrain der Adlerquelle gefunden hatte, in die Hauptbestandteile zerlegt.

Diese Fraktionen, welche schon seit längerer Zeit Gegenstand der Untersuchungen F. Henrichs und seiner Schüler waren, wurden, soweit notwendig, in die Versuche einbezogen.

Die qualitative Analyse von unverändertem Adlerquellensinter ergab nach F. Henrich[2]) folgendes Resultat:

---

1) Chem. Ztg. 30 No. 21.
2) Chem. Ztg. 30 No. 21.

Es wurde gefunden im

1) Salzsäure löslichen Teil:

Arsen, viel Eisen, weniger Mangan und Aluminium, wenig Zink, welch letzteres nach spezielleren Untersuchungen zu den steten Bestandteilen des Sinters gehört; ferner, neben kleineren Mengen seltener Erden, noch Calcium und wechselnde Mengen von Strontium, Magnesium, Natrium, Kalium und Lithium. Sodan neben viel, deutlich radioaktiver Kohlensäure, noch Kiesel-, Phosphor-, Arsen-, Schwefel- und Salzsäure, sowie Spuren organischer Substanz.

2) In dem in verdünnter Salzsäure unlöslichen Teil:

SiO_2	46,73 %
Fe_2O_3	11,51 %
Al_2O_3	4,44 %
CaO	12,11 %
As_2O_5	1,15 %
org. Substanz . . .	3,00 %.

Bei den oben dargelegten Unregelmässigkeiten bei der Sinterabscheidung war es von Interesse festzustellen, ob sich eine Proportionalität zwischen Radioaktivität und Eisengehalt nachweisen lässt, oder ob auch der Gehalt an kohlensauren Erdalkalien von Einfluss auf dieselbe ist.

Darum wurden auch hauptsächlich Kohlensäure- und Eisenbestimmungen ausgeführt, aber gelegentlich auch andere Bestandteile bestimmt und geprüft, ob sie Radioaktivität zeigen.

Nachstehend seien zunächst die Sinter, welche mir Herr Prof. Dr. Henrich zur Verfügung stellte und welche von mir untersucht wurden, nach ihrem Ursprungsort angeführt, und der besseren Übersicht wegen mit römischen Ziffern bezeichnet.

I.
II.
III. } Kochbrunnensinter, an verschiedenen Stellen entnommen.

IV. Sinter der Schützenhofquelle.
V. Hauptportion vom Kochbrunnensinter.
VI. Kochbrunnensinter.
VII. Kochbrunnensinter.
VIII. Adlerquellensinter.
IX. Verarbeitung der grossen Portion Sinter.
X. 2. grosse höchster Sinterverarbeitung (Ammoniakfällung).

Da das Material von sehr verschiedener spezifischer Schwere, und teilweise auch stark von Sand und kleinen Kieseln durchsetzt war, so machte es, da mir keine Kugelmühle zur Verfügung stand, ziemliche Schwierigkeiten, gute Durchschnittsproben für die Analyse zu entnehmen.

Ich pulverte den Sinter so fein wie möglich, breitete die Masse auf einem Blatt Papier aus und entnahm von den verschiedensten Stellen kleine Proben. Diese wurden dann im Achatmörser fein gepulvert.

Kohlensäurebestimmungen nach Fresenius-Classen[1]).

Die gewogene, trockene Substanz wurde in einen mit Kühler versehenen Zersetzungskolben gebracht. Die Kohlensäure wurde durch Behandeln des Sinters mit Salzsäure ausgetrieben und in zwei gewogenen Natronkalkröhrchen aufgefangen.

Es wurde gefunden:

1) Treadwell, quant. Anal. S. 286.

Bezeichnung des Sinters		Abgew. Substanz	Gefunden CO_2	in Prozent ausgedrückt
I	1	1,0113 gr	0,2902 gr	28,69 %
	2	1,2412 „	0,3548 „	28,58 „
II	1	1,0366 „	0,3447 „	33,22 „
	2	1,1093 „	0,3713 „	33,47 „
III	1	1,1604 „	0,3663 „	31,65 „
	2	0,9432 „	0,2991 „	31,71 „
IV	1	1,0056 „	0,0035 „	0,34 „
	2	1,0116 „	0,0038 „	0,37 „
V	1	1,2082 „	0,3860 „	37,94 „
	2	1,2204 „	0,3885 „	31,82 „
VI	1	1,0451 „	0,4074 „	38,98 „
	2	1,0547 „	0,4099 „	38,86 „
VII	1	0,9757 „	0,3752 „	38,45 „
	2	1,1716 „	0,4491 „	38,33 „
VIII	1	1,0692 „	0,3546 „	33,16 „
	2	1,0971 „	0,3643 „	33,20 „
IX	1	1,1207 „	0,4731 „	42,21 „
	2	1,1122 „	0,4709 „	42,34 „

Kieselsäurebestimmungen.

Da, wie schon erwähnt, die Sinter teilweise stark von Quarz und Sand durchsetzt waren, wurde auch bei einigen derselben der Gehalt an Kieselsäure festgestellt. Dies geschah nach der allgemein üblichen Methode:

Die abgewogene Substanz wurde mit der 4—6fachen Menge eines Gemisches von Soda und Pottasche aufgeschlossen, der Schmelzkuchen in genügend starker Salzsäure gelöst und die Lösung zweimal auf dem Wasserbad zur Trockene eingedampft. Der Rückstand wurde im Trockenschrank bei 110° getrocknet, sodann mit conc. Salzsäure befeuchtet, und nach 20 Minuten mit Wasser aufgenommen, gekocht und filtriert. Der Rückstand wurde sorgfältig, bis zum Verschwinden der Chlorreaktion, mit heissem Wasser ausgewaschen und samt

dem Filter im Platintiegel nass verbrannt, geglüht und gewogen.

Bezeichnung der Substanz		angewand. Menge	gefundene SiO_2	in Prozent
I	1	1,0394 gr	0,0960 gr	9,23 %
	2	1,1818 „	0,1053 „	8,97 „
II	1	1,0271 „	0,0286 „	2,78 „
	2	0,9729 „	0,0269 „	2,76 „
III	1	1,4699 „	0,0396 „	2t76 „
	2	1,0428 „	0,0300 „	2,87 „
IV	1	1,0288 „	0,0031 „	0,303 „
	2	1,2314 „	0,0038 „	0,308 „

Eisenbestimmungen.

Wie schon oben erwähnt, ist im Sinter stets organische Substanz vorhanden, welche vor der Titration mit Kaliumpermanganat, zerstört werden musste. Durch Glühen dieselbe zu entfernen, war nicht ratsam, da sonst ein Teil des Eisenoxyds in eine schwer lösliche Form übergegangen wäre.

Zur Zerstörung der organischen Substanz verwendete ich daher bei einer Versuchsreihe Königswasser, bei einer anderen chlorsaures Kali. Die Resultate waren, wie später gezeigt wird, gut übereinstimmende.

Da beim Titrieren des Eisens mit Permanganat eine schwefelsaure Lösung die Zweckmässigste ist, wurde die Salzsäure mit conzentrierter Schwefelsäure abgeraucht, die nun vorliegende Ferrisulfatlösung in ein 200 c. c. Kölbchen gespült und das Eisen nach Marguerite[1]) bestimmt.

Das Prinzip dieser Methode besteht im Reduzieren des Ferrisalzes durch Schwefelwasserstoff, und Vertreiben

1) Treadwell, quant. Anal. S. 82.

des letzteren durch Kochen unter gleichzeitigen Durchleiten von Kohlensäure.

Da eine ganze Anzahl von Eisenbestimmungen ausgeführt werden mussten, so wären alle diese Operationen sehr zeitraubend geworden. Auch verursacht die Reduktion des Ferrisalzes mit Schwefelwasserstoff mancherlei Unannehmlichkeiten und ist endlich die Vertreibung des Schwefelwasserstoffes durch Kohlensäure eine sehr langwierige Sache.

Auf Veranlassung des Herrn Dr. F. Glaser, in dessen Laboratorium in Wiesbaden ich in den Osterferien 1909 arbeitete, zersetzte ich deswegen die organische Substanz durch Kochen mit conc. Schwefelsäure.

Die Zersetzung wurde in einem Kolben, wie sie zur Kjeldahl'schen Stickstoffbestimmung in Gebrauch sind, in der Weise ansgeführt, dass ungefähr 1 gr Substanz mit 50 c. c. conc. Schwefelsäure übergossen und so lange in dem schräg liegenden Kolben gekocht wurden, bis die Substanz rein weiss geworden war, was nach ungefähr einer Stunde der Fall war. Nach dem Erkalten wurde destilliertes Wasser hinzugefügt und einige Zeit gekocht, um etwa gebildetes wasserfreies, und dann schwer lösliches Ferrisulfat wieder in Lösung zu bringen. Die Flüssigkeit, samt einem kleinen, unlöslichen Rückstand von Silikat, wurde dann in einen 200 c. c. Messkolben gespült. Nach dem Erkalten wurde mit Wasser bis zur Marke aufgefüllt gut durchgeschüttelt und filtriert.

Von dem Filtrat wurden dann je 50 c. c. zur Bestimmung des Eisengehaltes entnommen.

Um das unangenehme Arbeiten mit Schwefelwasserstoff und an Zeit zu sparen, wurde die Reduktion des Eisenoxydsalzes mit einer genau gewogenen Menge reinen Blumendrahts vorgenommen.

Der Blumendraht enthält durchschnittlich 99,7 % Fe, eine Zahl, welche sowohl bei dieser Reduktion, als auch bei der Titerstellung der Kaliumpermanganatlösung zu Grunde gelegt wurde. Anspruch auf absolute Genauigkeit machen die nachfolgenden Zahlen nicht, da ja der Kohlenstoffgehalt willkürlich angenommen wurde.

Indessen sind die Resultate für unseren vorliegenden Zweck vollständig ausreichend, um so mehr, als auch die Titerstellung mit demselben Draht ausgeführt wurde.

Ich entnahm also meiner schwefelsauren Lösung 50 c. c., gab dieselben in einen kleinen Rundkolben und fügte eine genau abgewogene Menge sorgfältig gereinigten Blumendrahts hinzu. Dann wurde der Kolben mit einem gut sitzenden, mit Bunsenventil versehenen Korken verschlossen. Nun wurde die Flüssigkeit so lange gelinde erwärmt, bis der Draht vollständig gelöst war, sodann kurz gekocht und das Ventil geschlossen.

Nach dem Erkalten wurde dann der Eisengehalt der Eisenoxydulsalzlösung durch Titrieren mit Kaliumpermangant ermittelt.

Selbstverständlich wurde nie verabsäumt zu prüfen, ob auch alles Eisen reduziert war.

Die nach dieser Methode erhaltenen Resultate waren durchaus befriedigende, wie ein Vergleich der hier erhaltenen Werte mit den Zahlen, die auf die anderen Methoden ermittelt wurden, ergibt. Kleinere Differenzen können ebensogut auf das ungleichmässige Material zurückzuführen sein, von welchem es, wie schon oben ausgeführt, sehr schwer hielt, gute Durchschnittsproben zu entnehmen.

Die zur Bestimmung des Eisengehalts hergestellte Kaliumpermanganatlösung zeigte für

1 c. c. . . . . 0,00577 gr Fe

an.

Die nach den oben geschilderten Methoden durchgeführten Analysen, ergaben folgende Resultate:

Sinter No. I.

a) die organische Substanz wurde mit $KClO_3$ zerstört und die Reduktion des Eisenoxydsalzes mit H_2S ausgeführt.

Angewandte Substanz . . . . 0,5034 gr
Es wurden zum Titrieren verbraucht: 12,8 c. c. $KMnO_4$.
Eisengehalt . . . . . 14,66 % Fe.

b) die organische Substanz wurde mit Königswasser zerstört und die Ferrisalzlösung mit H_2S reduziert.

Angewandte Substanz . . . . 0,6161 gr
Verbrauch von $KMnO_4$ . . . . 15,8 c. c.
Eisengehalt . . . . . 14,79 %.

c) die organische Substanz wurde durch Kochen mit conc. H_2SO_4 zerstört und das Eisensalz mit Blumendraht reduziert.

Angewandte Substanz . . . . 2,1268 gr
Blumendraht zum reduzieren . 0,1810 gr
Verbrauch von $KMnO_4$ Lösung . 44,9 c. c.
Eisengehalt . . . . . 14,69 %

Sinter No. II.

a) Bestimmung des Eisens wie in I b:

1) Angewandte Substanz . . . 0,4673 gr
$KMnO_4$ Lösung . . . . . 7,1 c. c.
Eisengehalt . . . . . 8,76 %

2) angewandte Substanz . . . 0,5586 gr
$KMnO_4$ Lösung . . . . . 8,4 c. c.
Eisengehalt . . . . . 8,85 %

b) Bestimmung des Eisens wie in I c:

Angewandte Substanz . . . . 2,2296 gr
Blumendraht . . . . . 0,1889 gr

$KMnO_4$ Lösung . . . . . 41,05 c. c.
Eisengehalt . . . . . 8,61 %.

Sinter No. III.

a) Bestimmung des Eisens wie in I b.
1) angewandte Substanz . . . 0,7926 gr
$KMnO_4$ Lösung . . . . . 6,5 c. c.
Eisengehalt . . . . . 4,73 %
2) angewandte Substanz . . . 0,4589 gr
$KMnO_4$ Lösung . . . . . 3,8 c. c.
Eisengehalt . . . . . 4,77 %

b) Bestimmung des Eisens wie in I c.
Angewandte Substanz . . . 2,0915 gr
Blumendraht . . . . . 0,2210 gr
$KMnO_4$ Lösung . . . . . 42,5 c. c.
Eisengehalt . . . . . 4,63 %.

Eine vergleichende Übersicht der oben angegebenen Resultate ergiebt die vollständige Brauchbarkeit der mir von Herrn Dr. F. Glaser vorgeschlagenen, verkürzten Methode. Es wurde daher der Eisengehalt der nachfolgenden Sinter nur noch auf diese Weise bestimmt, wobei ich, bei den schlecht übereinstimmenden Resultaten von III darauf hinweisen möchte, dass es bei diesem Sinter besonders schwierig war, auch nur einigermassen gute Durchschnittsproben zu entnehmen[1]).

1) Diese Analysen wurden in den Osterferien 1909 in dem Laboratorium des Herrn Dr. F. Glaser in Wiesbaden ausgeführt. Es sei mir auch an dieser Stelle gestattet, genanntem Herrn für sein freundliches Entgegenkommen, meinen besten Dank auszusprechen.

Bezeichnung des Sinters		Angewandte Substanz in Grammen	Fe zum Reduzieren in Grammen	Verbrauch von $KMnO_4$	Fe Gehalt in Prozent
IV	1	1,0830	0,1873	46 c. c.	28,86 %
	2	0,8576	0,2018	45,35 c. c.	28,07 „
V	1	2,1040	0,1870	39,5 c. c.	7,78 „
	2	1,6062	0,1948	39,2 c. c.	7,83 „
VI	1	1,7621	0,1781	32,6 c. c.	2,27 „
	2	2,1466	0,1824	33,9 c. c.	2,46 „
VII	1	1,7466	0,1638	31,4 c. c.	3,98 „
	2	1,8494	0,1980	37,7 c. c.	4,23 „
VIII	1	1,6016	0,1883	34,85 c. c.	3,19 „
	2	1,5653	0,1658	31,00 c. c.	3,33 „
IX	1	3,0628	0,2260	40,4 c. c.	1,15 „
	2	1,8500	0,1970	34,7 c. c.	1,22 „
X	1	1,6683	0,1910	58,7 c. c.	35,41 „
	2	1,3911	0,1928	54,7 c. c.	35,29 „

Messungen der Radioaktivität und andere Versuche.

Radioaktive Substanzen entladen, vermöge ihrer ionisierenden Wirkung auf die Luft, das Elektroskop.

Der Voltabfall, auch Zerstreuung genannt, giebt, in bestimmten Zeitintervallen gemessen, ein hinreichendes Mass für die Stärke der Radioaktivität an.

Diese Messungen wurden in einem Elster und Geitel'schen Elektroskop in der Weise vorgenommen, dass ein Blechteller zuerst leer, (um die Luftzerstreuung zu messen) dann mit der zu prüfenden Substanz beschickt, in das Elektroskop gestellt wurde. Dasselbe wurde nun geladen und dann von fünf zu fünf Minuten der Voltabfall abgelesen.

Die mir von Herrn Prof. Dr. F. Henrich zur Verfügung gestellten Sinter waren alle mehr oder weniger stark radioaktiv.

Um zu sehen, bei welchem chemischen Bestandteil dieser Sedimente die Radioaktivität bei der analytischen

Trennung bleibt, wurde die Stärke der Aktivität der einzelnen Sinter unter gleichen Verhältnissen mit dem Prozentgehalt der wichtigsten, hier in Betracht kommenden Bestandteilen verglichen.

Sinter	Gehalt an			125 gr zerstreuen in 60 Minuten
	CO_2	SiO_2	Fe	
I	28,69	9,23	14,66	197 volt
II	33,46	2,78	8,61	238 „
III	31,71	2,76	4,63	193 „
IV	0,34	0,30	28,86	479 „
V	31,83	—	7,78	181 „
VI	38,86	—	2,27	53 „
VII	38,33	—	3,98	173 „
VIII	33,20	—	3,19	98 „
IX	42,34	—	1,15	27 „
X	—	—	35,41	613 „

Man ersieht aus dieser Tabelle, dass im grossen Ganzen die eisenreicheren Sinter eine stärkere Zerstreuung hervorrufen, wie die eisenärmeren. Die kohlensauren Erdalkalien kommen nach früheren Versuchen als Träger der Aktivität kaum in Betracht.

Es handelte sich jetzt darum, die Aktivität vom Eisen zu scheiden, (abzutrennen) und es wurden hierüber eine Anzahl orientierender Versuche ausgeführt.

1000 gr eisenhaltiger Sinterbestandteil (X), wie er von Höchst geliefert wurde, trug ich in kleinen Portionen in 1900 gr Salzsäure (35 %) ein. Unter starkem Aufschäumen, verursacht durch die Chlorentwicklung, löste sich der grösste Teil des Sinters auf. Nach dem Nachlassen der Gasentwicklung wurde die Reaktionsflüssigkeit einige Zeit gekocht und dann von dem unlöslichen Rückstand abfiltriert. Derselbe wurde gut ausgewaschen, getrocknet und im Elektroskop gemessen. 75 gr zerstreuten in einer Stunde 42 Volt.

Die Substanz, welche grösstenteils aus Chlorblei bestand, wurde zur Entfernung desselben mit heissem Wasser ausgelaugt. Es verblieb ein schwarzer Rückstand, welcher hauptsächlich aus F_2O_3 bestand. Derselbe wurde nach dem Trocknen und Pulvern ebenfalls gemessen. Diesmal betrug der Voltabfall für nur 25 gr 84,6 Volt in der Stunde. Es hatte also eine bedeutende Anreicherung von Radioaktivität stattgefunden.

Das aus dem Filtrat wieder auskristallisierende Chlorblei erwies sich dagegen als inaktiv.

Die salzsaure Lösung aus den 1000 gr wurde in einer grossen Porzellanschale so weit als möglich eingedampft, längere Zeit erhitzt, und die zähflüssig gewordene Masse mit stark verdünnter Salzsäure aufgenommen.

Ein Teil des Eisenchlorids war durch das Erhitzen an der Luft unter Chlorabspaltung in Oxyd übergegangen und blieb als ein grau-schwarzes Pulver ungelöst. Dasselbe wurde abfiltriert, ausgewaschen, getrocknet und im Elektroskop auf Radioaktivität geprüft. Sonderbarerweise zeigte es sich als fast gar nicht aktiv. 50 gr zerstreuten netto nur 2,1 Volt in der Stunde.

Das Filtrat wurde in der Wärme mit soviel Kalilauge versetzt, dass die Lösung eben noch sauer reagierte. Von dem entstandenen Niederschlag wurde abfiltriert und aus dem Filtrat der Rest des Eisens und das Mangan durch weiteren Zusatz von Kalilauge gefällt.

Während nun die erste, fast nur aus Ferrihydroxyd bestehende Abscheidung sich als stark aktiv erwies, (125 gr zerstreuten in einer Stunde 400 Volt) zeigte sich die zweite, Manganreichere Fallung, als fast gar nicht radioaktiv.

Ein weiterer Versuch, Näheres über den Verbleib der Aktivität festzustellen, wurde in der Weise ausgeführt, dass das Eisen vermittels der berechneten Menge Ammoniak in drei Fraktionen gefällt wurde.

In 500 c. c. der angewandten, schwach salzsauren Lösung, waren, wie durch Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt wurde, 32,045 gr Eisen gelöst enthalten.

Die Trennung des Eisens von dem gleichfalls in der Lösung vorhandenen Manganochlorids, wurde durch Zusatz von viel Chorammonium und Fällen des Eisens in der Siedehitze mit Ammoniak bewirkt. Wenn auch diese Trennung keine ganz quantitative ist, so genügte sie doch vollständig für den vorliegenden Zweck.

Ich versetzte also die siedende, stark chlorammoniumhaltige Lösung mit 140 gr Ammoniak und filtrierte rasch von dem entstandenen Niederschlag ab. Dieselbe Operation wurde dann noch zweimal mit je 135 gr Ammoniak wiederholt. Die erhaltenen Niederschläge wurden getrocknet und im Elektroskop gemessen.

I. Fällung: 0,3 gr zerstreuten in 1 Stunde 5,4 Volt
II. Fällung: 15 gr „ „ „ „ 91 „
III. Fällung: 45 gr „ „ „ „ 208 „

Die Substanzen wurden in sorgfältig verschlossenen Fläschchen aufbewahrt und nach 14 Tagen wiederum auf Aktivität geprüft. Die Zerstreuung betrug nun 6 bezgl. 94 und 131 Volt.

Zum Vergleich mit den bei Fraktion I erhaltenen Zahlen wurden von der ursprünglich angewandten Substanz X (Höchster Sinterverarbeitung) 0,3 gr abgewogen und gemessen.

Dieselben zerstreuten in einer Stunde 4,9 Volt und nach 14 Tagen wiederum gemessen 11 Volt.

Das aus den vereinigten Filtraten abgeschiedene Mangan erwies sich als inaktiv.

Auch diese Messungen bestätigten die Annahme, dass in erster Linie das Eisen als Träger der Radioaktivität in Betracht kommt. Sie ergaben ausserdem, dass dasselbe die Aktivität längere Zeit, vielleicht auch dauernd, festhält.

Ich wies bereits auf die merkwürdige Tatsache hin, dass der schwer lösliche Rückstand, welcher bei dem Eindampfen und Erhitzen der Eisenchloridlösung entstand, fast gar nicht radioaktiv war.

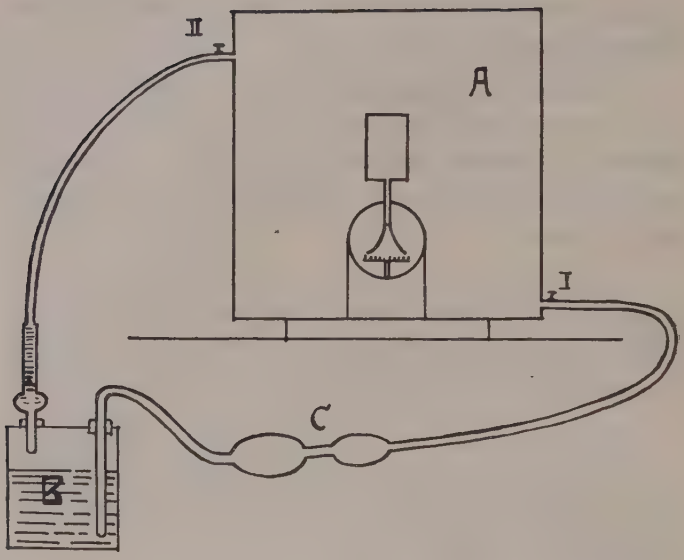
Es war daher von Interesse diese Erscheinung näher zu untersuchen und festzustellen, ob sich durch starkes Erhitzen die Radioaktivität vom Eisen oder auch vom Mangan scheiden lässt.

Versuch.

100 gr Substanz der Höchster Sinterverarbeitung (X) wurden in Salzsäure gelöst. 500 c. c. dieser Lösung wurden zunächst in einer Porzellanschale stark eingeengt, und dann in eine Retorte gespült. Der Rest des Wassers wurde bei 120° abdestilliert und in einer Woulf'schen Flasche aufgefangen. Diese wurde dann in nachstehend beschriebener Weise mit dem Elektroskop verbunden.

Der untere Hahn (I) der Metallglocke (A) des Elektroskops steht mit einer Handluftpumpe in Verbindung, welche ihrerseits mit der Woulff'schen Flasche (B), in welcher sich die zu messende Flüssigkeit befindet, verbunden ist. Die Flasche (B) ist mit einem Chlorcalciumrohr versehen und durch dieses mit dem oberen Hahn (II) verbunden.

Um die Luftzerstreuung festzustellen, wurde zunächst die leere Flasche eingeschaltet und 10 Minuten lang Luft



durch den Apparat gepumpt. Nach dem Schliessen der beiden Hähne wurde dann der Voltabfall abgelesen.

Das bis 120° übergegangene Destillat wurde nun in die Flasche gegeben und dieselbe Prozedur wiederholt. Die Flüssigkeit erwies sich als nicht aktiv.

Die Retorte mit dem dickflüssig gewordenen Destillationsrückstand wurde nun, unter möglichstem Luftabschluss, durch ein Kühlrohr mit einer durch Eis gekühlten Vorlage verbunden, die durch das Erhitzen ausgetriebenen HCldämpfe, wurde weiterhin in eine mit Natronlauge versehene Saugflasche abgeleitet.

Die Retorte wurde nun erst mässig, dann allmählich steigernd bis zur Sublimierungstemperatur des Eisenchlorids erhitzt und die Temperatur so lange auf dieser Höhe gehalten, bis der grösste Teil des Ferrichlorids sich in der Form kleiner, zerfliesslicher Kristalle im

Hals und der oberen Wandung der Retorte abgesetzt hatte.

Zu untersuchen waren nun:

1. der Vorlauf, d. h. Dämpfe, welche sich in der Vorlage kondensiert hatten,
2) das sublimierte Eisenchlorid, welches ich noch durch vorsichtiges Zerschneiden der Retorte in zwei Teile teilte,

a) die im Hals der Retorte sich festgesetzten $FeCl_3$ Kristalle,

b) die an der oberen Wandung haftenden Kristalle,

3) Der Rückstand.

ad 1) Der Vorlauf war nicht radioaktiv.

ad 2) Die Sublimierungen 2a und 2b wurden getrennt in Wasser gelöst und das Eisen hieraus als $Fe(OH)_3$ gefällt. Die Niederschläge wurden abfiltriert, gewaschen und getrocknet.

Die Filtrate wurden vereinigt und in einer verschlossenen Flasche aufbewahrt, um später auch gemessen zu werden.

Bezeichnung der Substanz	Gewicht	Zerstreuung in 1 Stunde
Sublimierung 2 a . .	1,3 gr	3,6 Volt
ursprüngliche Substanz zum Vergleich . .	1,3 gr	8,6 „
Sublimierung 2 b . .	3,4 gr	10,4 „
ursprüngliche Substanz zum Vergleich . .	3,4 gr	22,4 „

Wie man ans dieser Tabelle ersieht, ist die Zerstreuung, die das sublimierte $FeCl_3$ ausübt, in beiden Fällen um die Hälfte geringer, als bei der ursprünglichen Substanz. Ein grosser Teil der Aktivität musste

also bei dem Rückstand geblieben sein, was auch durch die nachstshenden Untersuchungen bestätigt wurde.

ad 3) Der Gesamtrückstand wurde mit heissem Wasser ausgelaugt und filtriert. Das Filtrat wurde zur Trockene eingedampft und der Rückstand sowohl, wie auch der in Wasser unlösliche Teil des Gesamtrückstandes bei 110° getrocknet und im Elektroskop gemessen.

Es wurden folgende Resultate erhalten:

Bezeichnung.	Gewicht	Zerstreuung in 60′
in Wasser unlöslicher Rückstand . . .	9 gr	25,9 Volt
in Wasser lösl. Teil des Rückstands .	10 „	63 „
ursprüngl. angewandte Substanz	10 „	80 „

Da bei dem oben beschriebenen Sublimierungsversuch die Luft nicht vollständig aus der Apparatur vertrieben werden konnte, so musste auch ein kleiner Teil des Eisenchlorids oxydiert werden. Der in Wasser unlösliche Teil des Rückstandes musste also neben Mangan auch noch Eisenoxyd enthalten. Zur Entfernung des letzteren wurde der Rückstand in Salzsäure gelöst und das Eisen, nach Zusatz von Chlorammonium, in der Siedehitze vermittels Ammoniak gefällt. Im Filtrat wurde das Mangan als Karbonat abgeschieden. Der Niederschlag wurde getrocknet und in der üblichen Weise gemessen. $4^1/_2$ gr zerstreuten 10 Volt in einer Stunde.

Während nun die schon oben erwähnten, vereinigten Filtrate der Eisenhydroxydniederschläge im Fontaktoscop gemessen, sich als nicht radioaktiv er-

wiesen, zerstreute das Filtrat des Mangankarbonatniederschlages noch 19 Volt in 60 Minuten.

Auch hier sieht man, dass das Eisen seine Aktivität festhält, während das Mangan einen Teil desselben bereits an das Wasser abgegeben hatte.

Um mir über die hier beobachtete Neigung des Mangans, seine Radioaktivität rasch wieder zu verlieren, noch mehr Klarheit zu verschaffen, stellte ich noch einige diesbezügliche Versuche an.

Dem Mangankarbonat wurde durch Glühen an der Luft die Kohlensäure entzogen und dasselbe dadurch in Mn_3O_4 übergeführt. Als dieses Oxyd nach dem Erkalten gemessen wurde, zeigte es sich, dass es seine Aktivität nunmehr vollständig abgegeben hatte.

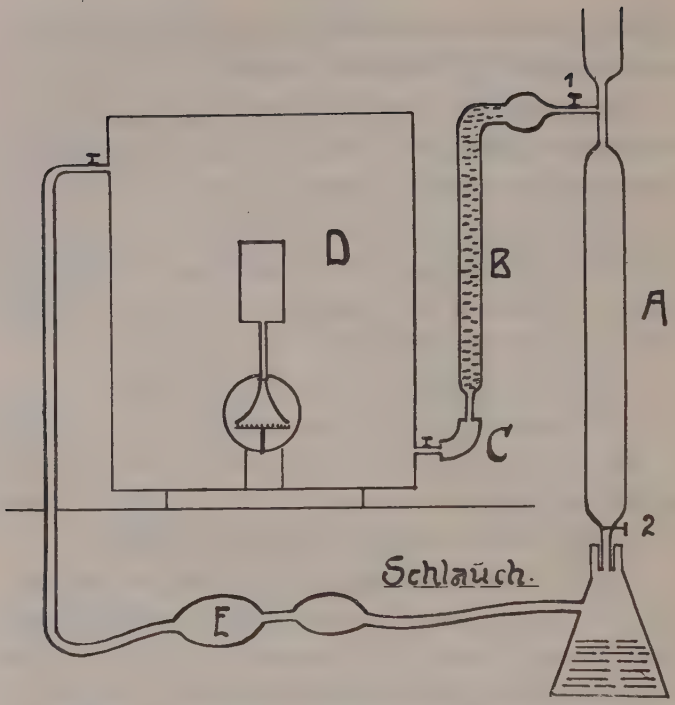
Ferner wurde ein Mangansalz in radiumemanationshaltigem Wasser gelöst und aus dieser Lösung als Karbonat wieder gefällt. Der Niederschlag sowohl als auch das Filtrat erwiesen sich als aktiv und zerstreuten 5 gr des $MnCO_3$ in der Stunde 22,8 Volt, während das Filtrat einen Voltabfall von 22 Volt hervorrief.

Zu ähnlichen Resultaten gelangte man durch Lösen eines Mangansalzes in thoriumemanationhaltigem Wasser und Fällen des Mangan als Karbonat. 5 gr des Salzes zerstreuten in 1 Stunde 24 Volt.

Auch diese Karbonate verloren beim Glühen an der Luft ihre Aktivität.

Es war nun hier die interessante Frage zu beantworten, ob es tatsächlich die Kohlensäure ist, welche die Emanation mit sich fortführt.

Zu diesem Zweck wurde künstlich aktiviertes Mangankarbonat unter Luftabschluss erhitzt und das Gas in eine Bunte-Bürette geleitet.



Die Bunte-Bürette A steht mit einem Chorcalcium B in Verbindung. Dieses ist an den unteren Hahn der Metallglocke D des Elektroskops angeschlossen. Der obere Hahn wird durch einen Gummischlauch mit dem Gebläse E verbunden, welches seinerseits an einen Saugkolben F angeschlossen ist.

Nun wurde zunächst unter Ausschaltung der Bürette Luft durch den Apparat gepumpt, dann die Hahne geschlossen und die Luftzerstreuung bestimmt. Nun schaltete man die mit Kohlensäuregas gefüllte Bürette in die Apparatur ein.

Nachdem der Schlauch des Gebläses von dem oberen Hahn der Glocke entfernt war, wurde zuerst Hahn 2, dann Quetschhahn 1 und diejenigen der Glocke

geöffnet. Das unter der Bürette stehende Wasser fliesst nach F, und in dem Moment, wo die Bürette wasserleer geworden ist, verbindet man den oberen Hahn der Glocke wieder mit dem Cebläseschlauch. Nun wurde das Gas circa 10 Minuten durch das Elektroskop gepumpt. Die Hähne wurden dann geschlossen, das Elektroskop geladen und die Zerstreuung des Gases bestimmt.

95 c. c. dieses Kohlensäuregases zerstreuten bei 24° T. und 739 mm Druck —

123 Volt.

und eine zweite Portion von 100 c. c. bei gleicher Temperatur und Druck —

141 Volt.

Bei einem zweiten, analog angestellten Versuch, erwies sich das Gas als noch bedeutend stärker radioaktiv.

Die erste Portion von 100 c. c. Gas rief einen Voltabfall von —

462 Volt hervor bei 22° T und 738 mm Druck, während die Restmenge von 51 c. c. bei gleicher Temperatur und Druck noch

315 Volt zerstreuten.

Auch bei diesen beiden Versuchen war der Glührückstand des Mangankarbonates nicht mehr radioaktiv.

Zum Vergleich mit diesen Messungen wurde einem unveränderten Sinter auf die gleiche Art und Weise die Kohlensäure entzogen und gemessen.

100 c. c. dieses Gases zerstreuten bei 20° T. und 730 mm Druck nur

4 Volt.

Auch dies Resultat bedeutet eine Bestätigung der Annahme, dass das Eisen in erster Linie als Träger der

Radioaktivität zu betrachten ist, und dass es dieselbe, im Gegensatz zu Mangan, welches nur vorübergehend aktiviert werden kann, zum Mindesten auf längere Zeit festhält.

Messungen von Quell-, Leitungs- und künstlich aktivierten Wassern im Fontaktoskop.

Die Messung der Radioaktivität vom Wasser erfolgt auf analoge Weise, wie bei festen Körpern, also auf elektrostatischem Wege.

Die Elektrizitätszerstreuung wurde in dem sogenannten Fontaktoskop von Engler und Sieveking gemessen.

Auch hier wurde zuerst die Luftzerstreuung festgestellt und zwar in der Weise, dass man die Luft der Kanne, welche die zu messende Flüssigkeit aufnehmen soll, mit einem Liter dest. Wasser eine halbe Minute kräftig schüttelt, das vorher geladene Elektroskop aufsetzt und dann den Voltabfall in bestimmter Zeit abliest. Mit besonderer Sorgfalt wurde darauf geachtet, dass bei der Entnahme des Wassers dasselbe langsam an der Wandung entlang in das Gefäss floss. Mit derselben Vorsicht wurde es dann in die Blechkanne gegeben.

Die Radioaktivität des Wassers kann ihre Ursache haben in der Anwesenheit von Radium- oder Thoriumemanation und auch im Vorhandensein von im Wasser gelösten radioaktiven Salzen. Im letzteren Falle regeneriert sich die Aktivität des Wassers, nachdem ihm durch Schütteln mit Luft die erst vorhanden gewesene Emanation entzogen worden ist.

Auf Anregung von Herrn Prof. Dr. F. Henrich prüfte ich zunächst das Leitungswasser des Labora-

toriums, und sodann noch einige Quellen und Brunnen in Erlangen und dessen Umgebung auf Radioaktivität.

Die Messungen, welche in der oben geschilderten Weise sorgfältigst ausgeführt wurden, ergaben folgende Resultate:

	Voltabfall in der					
	1 Min.	2 Min.	3 Min.	4 Min.	5 Min.	6 Min.
dest. Wasser . .	0,8	0,0	0,2	0,2	0,3	0,2
	0,4	0,3	0,2	0,2	0,0	0,2
	0,4	0,4	0,5	0,5	0,4	0,3
Leitungswasser .	4,2	2,1	1,7	1,6	1,3	1,7
Quelle am Ratsberg	1,1	1,5	1,2	0,7	0,4	0,6
„Sauerbrünnle“ .	1,9	1,2	1,5	0,8	0,9	0,7
Ott'scher Brunnen .	7,7	3,4	3,8	3,9	1,8	3,1
Brunnen am Bohlenplatz	7,1	5,3	3,9	3,8	3,4	3,6

Diese Messungen, während einer Stunde durchgeführt ergaben:

	1 Liter zerstreut in 1 Stunde	Mache'schen Einheiten
Leitungswasser . .	115,2 Volt	1,5
Quelle am Ratsberg .	48 „	0,65
„Sauerbrünnle“ . .	51,6 „	0,7
Ott'scher Brunnen .	158,4 „	2,1
Brunnen am Bohlenplatz	249,6 „	3,3

Wie man aus der I. Tabelle ersieht, war der Voltabfall in den ersten Minuten ein stärkerer, wie in den späteren. Da ich diese Erscheinung bei der Messung der trockenen Sinter nicht beobachtet hatte, aktivierte ich 1000 c. c. dest. Wasser künstlich, indem ich 100 gr Sinter der Schützenhofquelle (IV) darin suspendierte, gut durchschüttelte und 14 Tage in einer gut verkorkten Flasche stehen liess.

500 c. c. wurden dann vorsichtig abgehebert und im Fontaktoskop gemessen.

Die Zerstreuung betrug in den

ersten	5 Minuten	. . .	10,5 Volt
zweiten	„ „	. . .	4,0 „
dritten	„ „	. . .	3,7 „
vierten	„ „	. . .	4,8 „
fünften	„ „	. . .	2,9 „

und in der Stunde, abzüglich der Luftzerstreuung, 44,4 Volt.

Auch hier ist der Voltabfall in den ersten 5 Minuten ein grösserer wie in den späteren.

Da nun die aktive Thoriumemanation in den ersten 4 Minuten auf die Hälfte ihres Wertes zurückgeht, so war es möglich, das das Vorhandensein von Thoriumemanation die Ursache obiger Erscheinung war.

Um einen Vergleich ziehen zu können, stellte ich mir thoriumemanationshaltiges Wasser künstlich her, in dem ich 11 gr Thoriumoxyd mit 1000 c. c. dest. Wasser übergoss, gut durchschüttelte und 3 Wochen stehen liess.

500 c. c. wurden in das Fontaktoskop gegeben, eine halbe Minute geschüttelt, und dann möglichst rasch das schon vorher geladene Elektroskop aufgesetzt.

Die Ablesungen, von Minute zu Minute fortgesetzt, ergaben auch hier für die ersten 4 Minuten einen stärkeren Abfall der Staniolblättchen wie in den späteren

Abfall in der	1. Minute	. . . .	8,7 Volt
„ „ „	2. „	. . . .	6,1 „
„ „ „	3. „	. . . .	4,4 „
„ „ „	4. „	. . . .	3,4 „
„ „ „	5. „	. . . .	3,1 „
„ „ „	6 „	. . . .	2,7 „

Obwohl eine gewisse Analogie existiert, möchte ich doch keinen Schluss auf das Vorhandensein von Thoriumemanation in den obigen natürlichen und aus Sintern hergestellten Sintern ziehen, weil ich auch bei den Versuchen mit dest. Wasser beobachten konnte, dass der Zusammenfall der Blättchen von Minute zu Minute kein regelmässiger ist.

Überhaupt sind die Versuche, die ich angestellt habe, mehr zur Orientierung über dies Gebiet gemacht worden. Sie müssen nach den verschiedensten Richtungen hin ergänzt und erweitert werden.

Lebenslauf.

Der Verfasser, Kurt v. Luck, ist geboren am 12. VIII. 76 zu Saarbrücken, als der Sohn des Majors Adoph v. Luck und seiner Frau Cäcilie, geb. Bochkolz.

Er besuchte die Volksschule und das Gymnasium zu Freiburg i/B. und trat dann später zur Ober-Realanstalt zu Stuttgart über, wo er am 15. VII. 96 das Reifezeugnis erwarb. Er besuchte die Universitäten zu Zürich, München und Erlangen.